

# 電気式熱処理炉の温度制御シミュレーション

東北職業能力開発大学校  
附属青森職業能力開発短期大学校

小 関 英 明

The temperature control simulation of electric furnace for thermal treatment

Hideaki KOSEKI

**要約** 刃物等に用いられる鋼の製造過程において、焼入れ等の熱処理は、その鋼の性質を決定する重要なプロセスである。従来、この熱処理には重油バーナーを用いた専用の熱処理炉（以下炉）が使用され、炉内の温度は炎の色などを監視しながら、手動で温度制御を行ってきた。しかし、この作業に習熟するには、長期間の修行が必要とされており、現在そのような修行に耐えられる若者は極めて少なく、また、仕事の効率化も求められている。

そこで、本研究では、制御が比較的簡単である電気式熱処理炉の製作を支援することを目的として、炉に使用するヒーター出力の決定と自動温度制御のために、炉内の温度変化シミュレーションを行った。これにより、必要なヒーターの容量を6kWと決定した。また、実際の炉を自動制御する際に必要となる、制御プログラムの製作のための、制御パラメータの概算値の決定を行った。

## 緒言

刃物等に用いられる鋼の製造においては、焼入れ等の熱処理はその鋼の性質を決定する重要なプロセスである<sup>(1)</sup>。この熱処理では、鋼の温度を上げるための炉（熱処理炉）内の温度を均一にしかも一定に管理することが必要である。

従来は、重油バーナーを用いた炉の温度を、熱電対や炎の色を見ながら手動で空気量と重油量を調節し温度管理をしていたが、そのような段階に達するには長い修行期間が必要とされている。しかし現在では、そのような修行に耐えられる若者も極めて少なくなり、また、仕事の効率化も強く求められている。

したがって、後継者の短期育成と仕事の効率化のために、炉の温度の自動制御が早急に必要であると考えられる。また、この熱処理炉のような熱容量が大きな対象の温度制御を考えると、実際の実験では非常に時間がかかるため、制御対象について予めモデルを作り、シミュレーションにより熱源の出力および制御パラメータを求めることは、この種の問題解決に非常に

有効である。

そこで、本研究では、制御が比較的簡単である電気式熱処理炉の製作を目的として、炉に使用するヒーターおよび自動制御のための係数を選定するためのシミュレーションを行った。

## 熱処理炉

一般的な熱処理は、鋼材をA1変態点以上（800から850）に加熱し数分間保持することによりオーステナイト化し、それを冷却速度を変えて冷やすことにより行われる。

この加熱するときに用いられるのが、熱処理炉（以下炉）である<sup>(2)</sup>。炉内には鉄でできた鉛浴槽があり、これを重油バーナーを用いて加熱する。この鉛浴槽に鋼材を挿入し加熱する。

現在は、重油量および空気量を手動で調整することにより、鉛浴槽を一定温度に制御しているが、作業に熟練するまでには長期間を要する。そこで、図1に示すような、制御の比較的容易な電気ヒーターを用いた

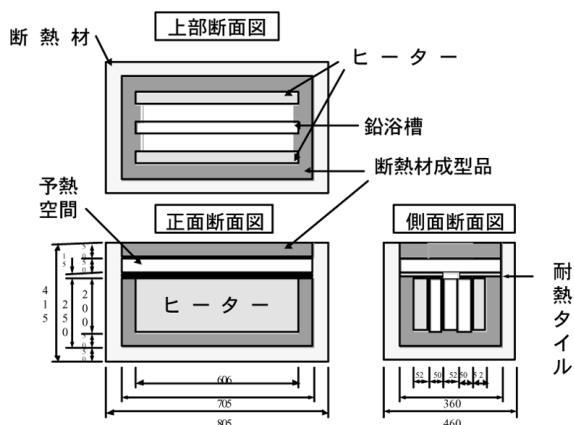


図1 電気式熱処理炉図面

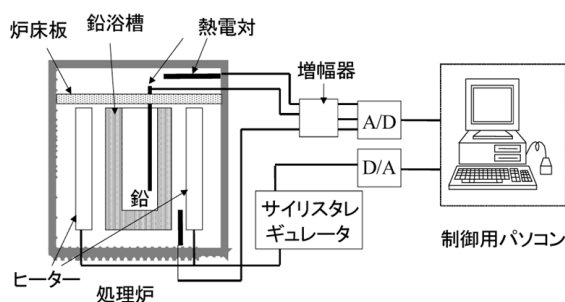


図2 自動制御システムの概要

炉を設計し、図2に示すような自動温度制御システムを考えた。

この炉は、鉛浴槽を外側から電気ヒーターにより加熱する。浴槽内に挿入された熱電対により鉛の温度を測定し、A/Dボードで変換後制御用のパソコンに送られる。パソコン内では、測定温度を目標値と比較し、適切な制御量を計算する。それを、D/Aボードで変換した後、サイリスタレギュレータに送られ、ヒーターの出力を制御する。

### 熱処理炉における温度変化のモデル化とシミュレーション

#### 1 モデル化

シミュレーションを行うために、図1の図面を基に炉内の鉛浴槽の温度変化について、次のようなモデル化を行った。

炉内の鉛浴槽の温度変化を(1)式、容器内の鉛の温度変化を(2)式で表すと、

$$C_1 \frac{dT_{p1}}{dt} = q(t) - A_1 h_1 (T_{p1} - T_{p0}) - A_2 h_2 (T_{p1} - T_{p2}) \quad (1)$$

$$C_2 \frac{dT_{p2}}{dt} = A_2 h_2 (T_{p1} - T_{p2}) - A_3 h_3 (T_{p2} - T_{p0}) \quad (2)$$

$C_1$ : 鉄容器の熱容量 [ J/ ]

$T_{p1}$ : 鉄容器の温度 [ ]

$C_2$ : 鉛の熱容量 [ J/ ]

$T_{p2}$ : 鉛の温度 [ ]

$T_{p0}$ : 外気温 [ ]

$q(t)$ : ヒーターからの熱量 [ J/s ]

$A_1$ : 鉄容器における外部へ放出する部分の有効面積 [  $m^2$  ]

$h_1$ : 鉄容器における外部へ放出する部分の総括伝熱係数 [  $J/ sm^2$  ]

$A_2$ : 鉛へ伝わる部分の有効面積 [  $m^2$  ]

$h_2$ : 鉛へ伝わる部分の総括伝熱係数 [  $J/ sm^2$  ]

$A_3$ : 鉛から外部へ放出する部分の有効面積 [  $m^2$  ]

$h_3$ : 鉛から外部へ放出する部分の総括伝熱係数 [  $J/ sm^2$  ]

(1)式の右辺第1項は熱の発生速度、第2項は熱が鉄容器より外気へ放出される速度、第3項は熱が鉛へ伝わる速度を示す。

(2)式の右辺第1項は鉄容器より熱が伝わる速度、第2項は熱が外気へ放出される速度を示す。

ここで、(1)、(2)式で、温度を外気温との差  $\theta$  で表すと、

$$\theta_1 = T_{p1} - T_{p0}, \theta_2 = T_{p2} - T_{p0}$$

となり(1)、(2)式はそれぞれ、(3)、(4)式となる。

$$C_1 \frac{d\theta_1}{dt} = q(t) - A_1 h_1 \theta_1 - A_2 h_2 (\theta_1 - \theta_2) \quad (3)$$

$$C_2 \frac{d\theta_2}{dt} = A_2 h_2 (\theta_1 - \theta_2) - A_3 h_3 \theta_2 \quad (4)$$

(4)式を微分すると

$$C_2 \frac{d^2\theta_2}{dt^2} = A_2 h_2 \left( \frac{d\theta_2}{dt} - \frac{d\theta_2}{dt} \right) - A_3 h_3 \frac{d\theta_2}{dt} \quad (5)$$

となる。

(3)式に(4)、(5)式を代入し整理すると、

$$\frac{C_1 C_2}{A_2 h_2} \frac{d^2\theta_2}{dt^2} + \left( \frac{A_1 h_1}{A_2 h_2} + 1 \right) C_2 \frac{d\theta_2}{dt} + \left\{ A_1 h_1 \left( \frac{A_3 h_3}{A_2 h_2} + 1 \right) + A_3 h_3 \right\} \theta_2 = q(t) \quad (6)$$

となる。

ここで、

$$\frac{C_1 C_2}{A_2 h_2} = a_2, \left( \frac{A_1 h_1}{A_2 h_2} + 1 \right) C_2 = a_1,$$

$$\left\{ A_1 h_1 \left( \frac{A_3 h_3}{A_2 h_2} + 1 \right) + A_3 h_3 \right\} = a_0$$

と置くと、

$$a_2 \frac{d^2 \theta_2}{dt^2} + a_1 \frac{d\theta_2}{dt} + a_0 \theta_2 = q(t) \quad (7)$$

となり、一般的な2次おくれ系で表される。

### 2 ヒーター出力の決定

(7)式より、加える熱量をステップ入力  $q(t) = q_s$  し、

$$\phi = \theta_2 - \frac{q_s}{a_0}$$

と置くと、(7)式は、線形定係数2次微分方程式であり、この補助方程式

$$a_2 \phi^2 + a_1 \phi + a_0 = 0 \quad (8)$$

の解の判別式Dが  $D > 0$  の場合は次のように解ける<sup>(3)</sup>。

$$\theta_2 = \frac{q_s}{a_0} \left( 1 + \frac{\beta}{\alpha - \beta} e^{\alpha t} - \frac{\alpha}{\alpha - \beta} e^{\beta t} \right) \quad (9)$$

ここで、 $\alpha$ 、 $\beta$  は(8)式の2根である。

この式を用いて、 $q_s$  を段階的に変え、浴槽内の鉛の

表1 数値計算に用いた各数値

係 数	数 値	単 位
C1	1.0958E+04	[ J/ ]
C2	4.9380E+03	[ J/ ]
A1	2.6467E-01	[ m <sup>2</sup> ]
A2	1.9447E-01	[ m <sup>2</sup> ]
A3	1.7766E-02	[ m <sup>2</sup> ]
h1	2.3224E+01	[ J/ sm <sup>2</sup> ]
h2	4.6448E+02	[ J/ sm <sup>2</sup> ]
h3	2.3224E+01	[ J/Ksm <sup>2</sup> ]
Tp0	0	[ ]
Tp1	0	[ ]
Tp2	0	[ ]

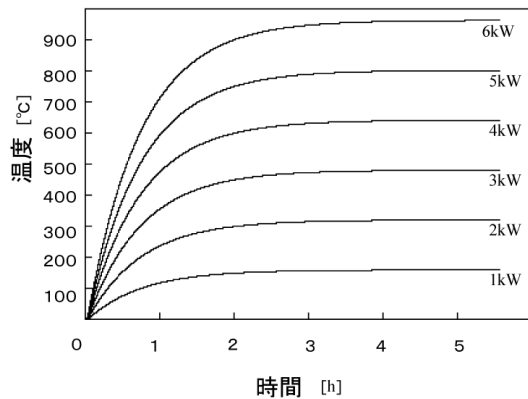


図3 ヒーター出力と温度変化

温度変化を計算する。初期条件および各係数は表1に示す。また、この計算結果を図3に示す。

ここで、 $A_1$ 、 $A_3$ の総括伝熱係数については、静止した空気に対する値を用い<sup>(4)</sup>、 $A_2$ については、はっきりした値が解らないため、ここでは $A_1$ の20倍とした。これについては、実際に製作した炉を用いた実験値と比較することにより、詳しく求めていくことが可能だと考えられる。

計算結果より、830 を目標値とし、その温度までの到達時間を求め、適当な  $q_s$  を決定し、これをヒーターの最高出力とする。ここでは6kWを採用した。

### 3 鉛浴槽の温度制御シミュレーション

鉛浴槽内の温度制御は、ヒーターの出力をコンピュータによりPID制御するものとする。そこで、PID制御するために必要な各パラメータを決定し、その最適化を行う。

#### (1) Ziegler-Nicholsのステップ応答法による制御パラメータの決定

図3における6kWの曲線に対して、図4に示すように一次遅れ系として近似し、時定数T、むだ時間Lを求め、Ziegler-Nicholsのステップ応答法により比例ゲインK、積分時間Ti、微分時間Tdを求める<sup>(5)</sup>。これにより得られた値は表2に示す。

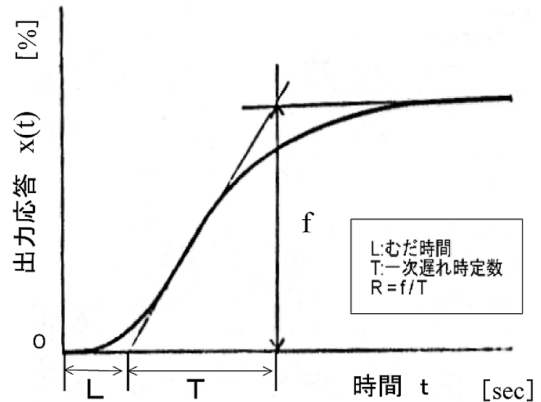


図4 ステップ応答法の近似

表2 Ziegler-Nicholsのステップ応答法による制御パラメータ

L	90
T	2400
f	65
R	2.7083E-02

K	Ti	Td
4.9231E-01	180	45

このパラメータを用いて鉛浴槽の温度をPID制御した場合のシミュレーションを行う。

(2) PID制御と最適化

(7)式で  $\alpha(t)$  が温度の関数として表される場合は、非線型微分方程式となる。そこで、この方程式をオイラー法を用いて数値計算的に解くことにより、PID制御を行った場合の鉛浴槽の温度変化シミュレーションを行った。この計算結果を図5に示す。

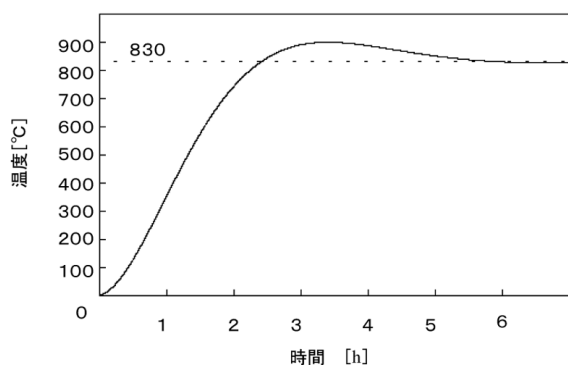


図5 PID制御時の温度変化

図5より、ステップ応答法により求めたパラメータをそのまま使用した場合、制御は可能であるが、立ち上がり時間が非常に長く、行き過ぎ量も大きい実用的ではない。そこで、制御パラメータを最適化する必要がある<sup>(6)</sup>。

方法としては、初めに求めたパラメータに整数値を乗じ、目標値との差分の和、立ち上がり時間、行き過ぎ量等を目安として最適な場合を求めることで、最適なパラメータを決定する事とする。

この結果、表2に示す値をシミュレーションによる最適値とする。この値を用いた場合の計算結果を図6に示す。

表3 制御パラメータの最適値

K	Ti	Td
1.9692E+01	3600	45

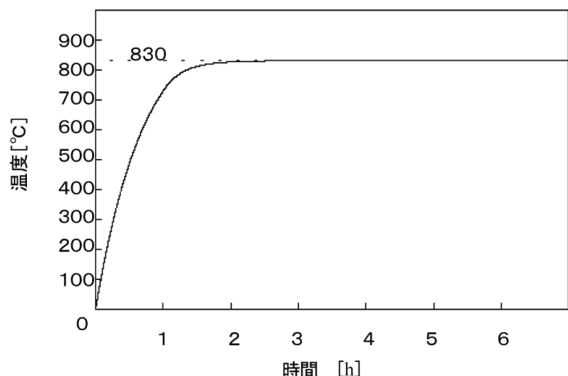


図6 最適化後のPID制御による温度変化

結論

今回は熱処理炉について、電気式熱処理炉を考案し、それをモデル化することにより鉛浴槽内の温度変化についてのシミュレーションを行い、次の結果を得た。

- (1) 設計した熱処理炉に必要なヒーターの出力を6 kWと決定することができた。
- (2) PID制御するための制御パラメータである、比例ゲイン、積分時間、微分時間を算出し、制御可能を確認することができた。

また、鉛浴槽の温度変化についてのシミュレータを作成することで、実際に炉を作成した場合の制御パラメータの決定および最適化の支援に有効であると考えられる。

考案された炉については、現在作成中であるため、実際にはシミュレーションの評価および炉の制御実験はまだ行われていない。今後は、作成された実機により制御実験を行い、計算値との比較より総括的熱伝達係数の決定および今回作成されたシミュレータについての評価を行わなければならないと思われる。

謝辞

この度の共同研究に関して多くにわたりご協力をいただいた、二唐刃物鍛造所会長の二唐俊氏および社長の吉澤俊寿氏に深く感謝いたします。炉の設計にご協力をいただいた、東北システムの千葉鉄昭氏に、深く感謝します。また、熱処理炉についてご指導いただいた本校生産機械科佐竹正敏教官に、深く感謝いたします。

[参考文献]

- (1) 大和久重雄、熱処理のお話、日本規格協会 (1983) p11 12
- (2) 水沢昭三、藤村仁、技能指導 熱処理作業、工学図書 (1971) p183 194
- (3) 矢野健太郎、石原 繁、解析学概論、裳華房 (1981) p45 50
- (4) 関信弘、伝熱工学、森北出版 (1988) p1 3
- (5) 深海登世司ほか、制御工学、東京電気大学出局 (1988) p165 168
- (6) 永田嘉、液温のPID制御、青森職業能力開発短期大学卒業論文 (1992) p24

# XML システム開発とその実習教材化の一検討

四国職業能力開発大学校 稲 益 悦 夫

A Study of XML System Development and Its Application to Educational Training

Etsuo Inamasu

**要約** XML (eXtensible Markup Language、拡張可能マークアップ言語) 技術の利用が活発になってきている。WWW (World Wide Web) 上の汎用的なデータ記述言語として位置付けられた、可読性があるタグ付のテキストベース言語である。特に、文書型定義を行う DTD (Document Type Definition) による拡張性とハイパーリンク機能が注目されている。情報技術分野にインパクトを与える技術として、業界における実用化へ向けた動きが盛んであり、通常のデータ交換やデータ処理への利用も一般化し始めている。XML 技術は、今後訓練ニーズが高くなっていくことが予想される重要な技術と考えられる。また、標準化の途上であり公式に標準化が認められた技術ではないが、既に多くの企業や団体での標準化や多数のアプリケーション開発状況が報告され始めており、普及期に入ってきている。教育訓練にも積極的に採用し導入していくべき時期がきている。

本稿では、実際に、XML システム開発技術の導入実践を試み、教育訓練カリキュラムへの導入の可能性について検討を加えてみたので報告する。

## はじめに

XML は WWW コンソ - シアムから 1998 年 2 月に基本仕様が発表されている。WWW 上におけるシステム間連携標準データフォーマットとして注目されている。携帯機器の分野でも XML の利用は急速に進んでいる。HTML (Hyper Text Mark up Language) が WWW 上で急速に普及していったのと同様にして XML はその応用範囲を拡げ、既に普及期に入ってきている。1999 年から 2000 年にかけては XML に関する出版物が多数刊行され、XML 開発ツールや従来のシステムデータを XML に変換するツール等やアプリケーション事例の紹介も多くなってきた。<sup>(1)</sup>

2001 年に入ると、実際にスクリプト言語を使用した WWW 上でのアプリケーション開発手法を紹介した書籍等も数多く出版され始め、XML を教育訓練教材として導入することが可能な状況になってきた。

本稿では、XML 技術を用いたシステム開発について文献、図書や WWW 上での閲覧、検索情報を中心

に技術動向調査を行ない、入門用の教材を作成し、当校応用課程生産情報システム技術科の 2000 年度から 2001 年度にかけての授業において実施した XML システム開発の導入実践について述べている。

## XML の応用分野

XML は HTML と同様に SGML (Standard Generalized Mark up Language) から派生したものであり、拡張性を保ちながら SGML を簡略化している。HTML と同様なタグ言語であるがタグは定義されていない。タグは文書構造とともに DTD の中で自由に定義することができる。これにより、XML の広範な分野への適用性や拡張性が生じている。

XML の応用分野については、XML を基に設計された特定用途向けタグ言語や DTD の共通化等に示される XML 関連の仕様をみることでどのような分野が注目されているかがわかる。

図 1 に XML 関連技術のスキーマ (構成図) を示

す。文献(2)に示されているように、XML 1.0及びNameSpaceをベースにして、RDFやXMLSchema、XSLT等の基本仕様が定められ、その上に応用技術として企業間電子商取引の仕様であるCBLや医療記録の仕様であるMMLなどの仕様が定められているのが見える。(2)

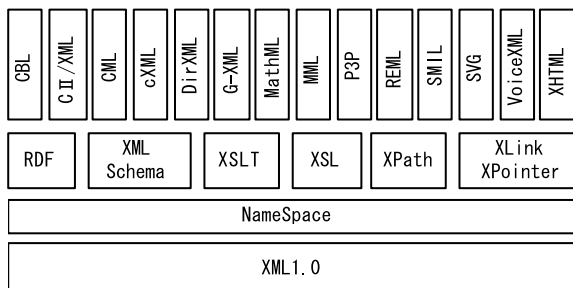


図1 XML関連技術のスキーマ(構成図)

### 1 WWWブラウザへの適用

XML適用の代表例はWWWブラウザへの表示である。ただし、XMLに画面表示機能はない。XSL(eXtensible Style Language)というスタイル指定言語と組合せる必要がある。XSLもそれ自体XMLのタグで表現されている。既にXMLパーサを搭載したXSL対応WWWブラウザが数種類普及している。

XSLではスクリプトにてプログラムを記述することにより、XMLパーサのDOM(Document Object Model)によりXMLデータを操作可能なオブジェクトに変換することができ、XMLデータへアクセスすることが可能となる。これにより、WWW上のデータ検索システムなどのようなWWW上のアプリケーションを容易に構築することができる。(図2)<sup>3)</sup>

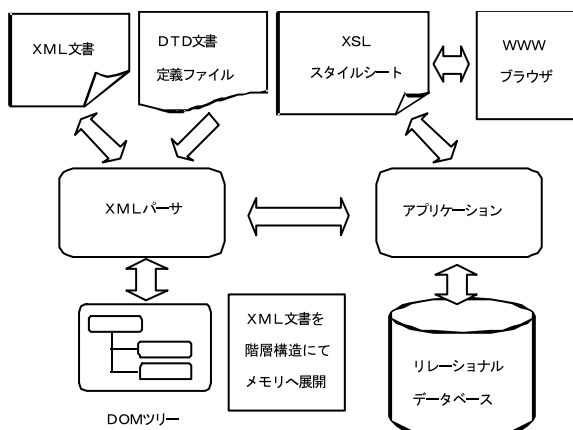


図2 XMLとデータベース

### 2 モバイル端末への波及

携帯電話やカー・ナビゲーションでもデータ交換の手段としてXMLが採用され始めている。携帯電話では表示解像度にあわせたタグ言語を定義し、携帯電話

網とインターネットとの接続システムを整えている。HTMLを基に拡張されたWML(Wireless Markup Language)やHTMLのサブセットのCompact HTMLが採用されており、ニュースなどの情報閲覧、電話番号や住所のディレクトリ検索、オンラインバンキング、座席予約、勤務先の会社にあるスケジュールや在庫情報の照会などができるようになっている。

WMLではXMLをメタ言語として使用しているので、WMLのDTDにCompact HTMLのタグセットを追加することでWML端末でもWAP(Wireless Application Protocol)のゲートウェイを経由してCompact HTMLのコンテンツ表示が可能になる。図3に携帯電話のインターネット接続環境を示す。(4)

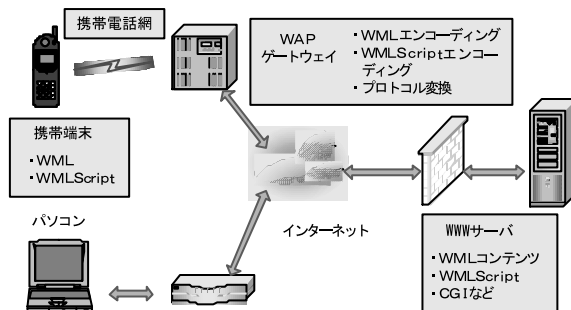


図3 携帯電話のインターネット環境

### 3 電子商取引におけるXML

一般的なXMLのタグセットの標準化はWWWコンソーシアムで行なわれているが、業種別のタグセットの標準化は業界団体で行なわれている。業界別での標準化では電子商取引の標準化が活発に行なわれている。企業同士が商取引を行なう場合に必要メッセージやデータの交換の標準化が課題となっている。IT業界、電子部品業界がインターネット上でサプライチェーンの構築を目標とするPIP(Partner Interface Process)が米国ロゼッタネット社で進められている。最終的には、業界や業種を超えた取引が目標となっている。(5)

以上、身近なものから企業ベースの大規模なものまでXMLの応用分野を概観して見たが、現在では、あらゆる分野でDTDの共通化やXML技術利用についての標準化が進められている現状にある。

### XMLによるシステム開発実践例

XMLは、前節で示したようにBtoB(Business to Business)のような企業間データ連携フォーマットや

電子商取引等で注目されているが、今回は教育訓練用の教材としてXMLを導入することを目的とし、WWW上で身近に利用できるデータベースシステムをXMLの実践例として作成している。XMLを身近なものとして理解できるようにすることに主眼を置いて教材化を図っている。特に、XML文書構造の理解やアプリケーションロジックのプログラミング演習ができるような教材構成を目標にした。以下に今回のシステムの概要やプログラミング手順を示す。<sup>(6)</sup>

### 1 開発するシステムの概要

米マイクロソフト社の AccessVBA 等で同様のデータベースシステム構築を経験していることを前提として、XMLによる簡易データベースとしての学生情報管理システムの作成を試みている。学生情報の管理項目としては、住所や連絡先の他に、就職活動における就職希望企業や希望勤務地などを検索し、追加や更新・削除ができるようにし、就職内定後は内定先を記録し管理できるようなシステムを構築する。

### 2 データのXML構造化

学生情報の管理項目に基づいてデータモデルを作成する。データのXML化の手順は以下のようである。

- (1) 第一段階は、学生の就職に関するデータの分析であるが、XMLデータとして階層構造を決定する。
- (2) 上記のデータ構造に対して、正規化を考慮し、データ項目の記述を行う。
- (3) 以上のデータモデルを基にしてタグを決定し、データをXML化する。

今回、データの作成管理にはXML文書編集ツールとしてインフォテリア社のiPADを用いている。テキストエディタでも文字列の検索機能や置換機能を活用すればXML文書の編集は可能であるが、今回使用したiPADはデータ構造を視覚的にツリー表示し、編集ができるのでXML文書作成が容易である。特に、チャイルド編集機能を使用すれば直接データの編集ができる。

図4にXML化した学生情報のデータ構造を示す。左側のペインにタグ名(ノード名)がツリー表示され、右側のペインにデータ値が表示されている。

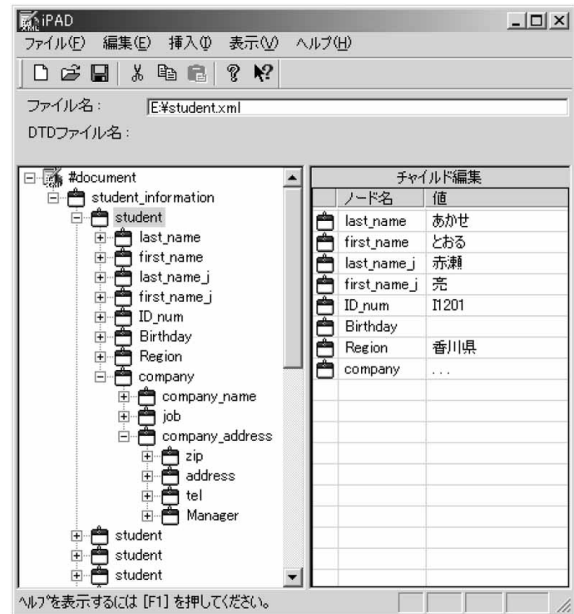


図4 学生情報のデータ構造

### 3 アプリケーションの設計

データ構造が決定し、XML化が完了すると学生情報管理システムの機能や操作などを分析し、アプリケーションの骨格を設計する。

システムの機能としては、

住所、氏名等の学生の個人情報入力

学生との面談や報告に基づく就職情報入力

学生情報の抽出表示、一覧表示

データの管理、メンテナンス

等があげられる。

アプリケーションが処理する基本的な内容は、

データ抽出

データ表示

データ管理(追加・更新・削除)

であり、基礎的なものである。データベース関連カリキュラムを習得している学生は容易にプログラミングが可能であろう。今回のシステムは、卓上で利用する簡易なデータベースシステムであり、メインメニュー画面でデータベース操作を選択し、データベース処理結果を表示するものである。

HTMLのメインメニュー画面より、データベース処理を行う処理を記述したXSLファイルを呼び出し、結果をフレームで分割されたWWWブラウザに表示するようにしている。

データの更新、削除処理はJavaScript言語を用いてプログラムを記述し、ASP(Active Server Pages)上で実行している。これら、プログラムの動作環境の

概要を図5に示す。

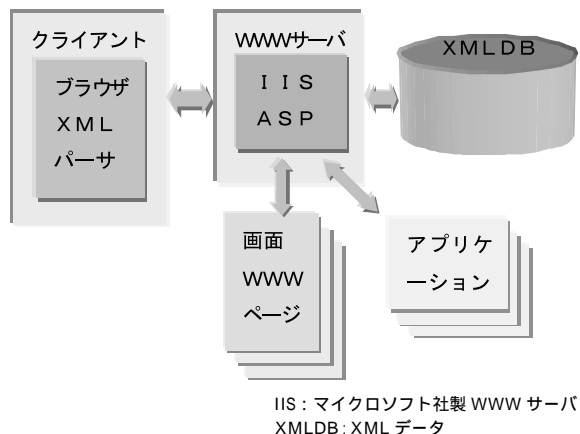


図5 プログラム実行環境

[データ抽出処理]

個々のデータを抽出するにはXSLスタイルシート中にselect文を記述して行う。SQL言語さえ習得していれば、書式は若干異なるが条件検索や全文検索などのコードを容易に記述できる。

[データ表示]

XSLスタイルシートにHTML文を使って記述する。ここでは、参考文献(6)のプログラムを参照して作成した学生情報の表示例を図6に示す。



図6 データの画面表示例

フレーム構成とし、左側のフレームのメインメニューから表示内容を選択し、同一のXMLデータから、学生の基本データや希望企業などのデータ項目を選択し、表示形式を変えて表示している。

[データ更新処理]

参考文献(6)のプログラムを参照、簡略化して作成している。<FORM>タグでテキスト入力データを

送信し、ASPのプログラム内で、XMLパーサのDOMオブジェクト(Microsoft XMLDOM)が提供するメソッドを使用してXMLデータを書き換え、保存する。図7にデータ更新処理の一部の画面を示す。

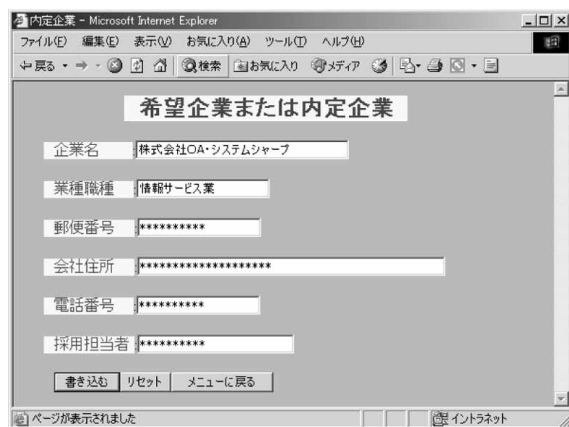


図7 データ更新処理

4 教材化の検討

従来のRDBMSを用いたデータベースをWWW上へ情報発信するには3階層システム構成を採用する必要がある。データベース構築技術とWWWコンテンツ作成技術を習得し、CGIやASPを利用するためにスクリプト言語を習得する必要がある。これらの知識を習得していればXMLによるデータベース構築は容易である。XMLパーサのDOMのAPIを理解し、JavaScript言語等の簡易スクリプト言語を使用して、データベースオブジェクトを操作するプログラムの記述方法を習得すればよい。データの追加や更新、削除のプログラムは難易度が高いと思われるが、

HTML言語によるWWWコンテンツ作成技術

SQL言語によるデータベース操作技術

スクリプト言語によるCGIやASPの利用技術

を習得した段階であればXMLの導入は可能と考えられる。今回のXMLの教材化にあたっては、上記の技術習得を前提として、XMLの基礎を理解・習得した後に、XMLを利用したアプリケーション作成の事例実習が可能な教材構成とした。

XMLの教育訓練への導入

XML技術は、標準的なパーソナルコンピューティング環境で利用可能である。XMLパーサに対応したWWWブラウザがあればよい。職業能力開発大学校等の職業訓練施設では先進的なコンピューティング環境で情報通信系の教育訓練が実施されている。テキス



トベースのソフトウェア技術である XML 技術の導入環境としての大きな問題はない。プログラミングの効率、生産性を高めるために XML 関連の開発ツール等を揃えることが望まれるが、これらも安価に入手できるようになってきており、XML 技術の導入は容易になってきている。

## 1 カリキュラムにおける導入時期の考察

情報システム系の専門課程から応用課程にいたる関連カリキュラムを表 1 に抜粋してみた。XML 技術はこれらの延長線上にあると考えられる。

表 1 XML のベースとなる科目と単位数

専門課程	生産データベース	4	工場内ネットワーク	4
	データベース実習	2	工場内ネットワーク実習	4
	システム開発実習	4		
応用課程 一年	生産データベース分析設計	2	ネットワークシステム設計	4
	生産データベース構築実習	6	ネットワークシステム構築実習	6
	統合生産管理システム	4		
	生産管理システム構築実習	4		
	生産データベースシステム構築課題実習	10	生産ネットワークシステム構築課題実習	10
二年	統合生産管理システム応用課題実習	54	生産ネットワークシステム応用課題実習	54

専門課程ではデータベース関連科目が10単位あり、プログラミング言語も一通り習得する。

応用課程では1年次で16単位のデータベース関連科目があり、より高度な知識の基での実践的な取組みが可能となる。10単位の標準課題実習では、複数の課題が並行して進行する。この段階では、専攻実技のスキルアップやシステム開発能力の向上等が重要であり、課題として XML 技術の本格的な導入は負担となろう。1年次における XML の導入は概論を短時間で集中講義し、システム開発事例を実習する程度に留め、全体的に既存技術のシステム構築手法を確実に習得することに主眼を置くべきであろう。

一方、2年次に実施される54単位の開発課題実習では、標準課題実習を修了した後で、さらに企画開発能力や新分野展開への対応力を高める目的があり、新技術として XML 技術を利用したテーマに取り組むことができるワーキンググループを構成する絶好の機会と

考えられる。複雑なシステムになると課題が完結しないというリスクがあるが、新技術であることを考慮しシステム構築範囲を課題完了の見通せる範囲に絞り、ワーキンググループ内での共同学習や短期間の特別講義等を交えて、効果的な XML 技術の習得を図れば高度な課題への取組みが可能であろう。

## 2 標準課題実習への導入実践

2000年度の生産情報システム技術科入校生の中に応用課程修了後に地理情報システム関連の開発業務に携わる予定の在職入校生が在籍中であった。2年次(2001年度)に実施される開発課題実習においても地理情報関連の標準化 XML 仕様である G-XML を活用した地理情報システム構築のテーマ設定が要望されていたので、1年次(2000年度)に実施される標準課題実習の中に、本来の実習のカリキュラム進行に影響が出ない範囲で XML 技術に関する講義・実習を予め取り入れることにした。

表 1 における生産情報システム技術科で実施されるデータベース関連の講義・実習課目の実施時期は、概ね以下のようなものである。

- 期 生産管理システム構築実習
- 期 生産データベース分析設計
- 期 生産データベース構築実習
- 期 生産データベースシステム構築課題実習
- 期 生産ネットワークシステム構築課題実習

XML 技術を学習するためには、項の 4 で示したように WWW コンテンツ作成やデータベース構築に関する知識を充分習得してプログラミングに関するスキルも一定水準に達していることが望まれる。

今回は、複数の実習科目のカリキュラムが進行している ~ 期における導入は時期尚早と判断し、期の生産データベースシステム構築課題実習の実施時期に XML 技術を導入することとした。この段階であれば 期 ~ 期間でデータベースに関して既に12単位の講義・実習をこなしており、システム設計やデータベースに関する基礎知識が充分な形で形成されており、XML 技術を紹介しても混乱なく理解できるものと判断した。その実習計画を表 2 に示す。

導入にあたっては、第 1 回(2001年 1 月22日)から第 4 回までを XML に関する基礎事項の習得に当て、第 5 回から第 7 回を で示したデータベース検索システムの構築事例実習に割り当てた。XML の基礎事項

表2 XML 実習計画表

	時限	時限
第1回 1月22日	ガイダンス XML 開発動向	XML 概論 HTMLとXMLの比較
第2回 1月29日	XML の基礎 XML、XSL	XML エディタ iPAD の使い方 タグの入力
第3回 2月5日	XML の基礎 XLink、XPointer	XML エディタ iPAD の使い方 DTD の読み込み
第4回 2月19日	XML の基礎 DTD 共通化	XML パーサと DOM について
第5回 2月26日	システム開発 事例実習	事例プログラム 実行確認
第6回 3月5日	システム開発 事例実習	事例プログラム 実行確認
第7回 3月12日	システム開発 事例実習	まとめ、感想文

を詳細に説明し、その内容を一通り実習で確認し、本格的な応用ができるようにするためには、少なくとも4単位程度の時間が必要と考えられるが、今回は、1年次での導入は表2のように講義と実習を併せて約1.5単位に留め、XMLの基礎的な概念を一通り説明し、XSLシートに若干のアプリケーションを記述し、XMLの有用性を示す程度にまとめた。

実施結果については学生の理解度を口頭試問及びレポート等で確認した。短時間の講義と事例確認実習であったが、学生数27名に対し、大半の学生は一通り理解しているようであった。導入初期の段階では用語に馴染めず難しいという学生が多かったが、開発事例実習の段階で理解し始めることが確認された。

### まとめ

XML技術は急速に普及していることが今回の調査で確認された。携帯電話やPDAなどのような小型の端末からEDIの分野やEマーケット、Eコマースなどの電子商取引分野など企業規模の大小を問わず、各業界でのタグ・セットの標準化が進んでいる。今後、職業訓練分野においてもXML利用技術の訓練ニーズが高まってくることが予想される。XMLは、まだ標準化の途上であるが現行のカリキュラムでも学生が理解できる範囲でXML技術の導入が可能であることを今回の調査で確認した。今後、どのような実践的な応用事例を開拓していくかが重要となる。この点については応用課程における開発課題実習のテーマのひとつ

つとしての導入を図り、如何にすれば学生の創造性や豊かな感性に結びつくかに留意し、その実践例を好事例として開拓し、教材化を図っていきたい。

### 謝辞

XML技術導入を検討するにあたって、カリキュラム調整に応じ、協力して頂いた当校生産情報システム技術科の教員各位並びにXML技術の教材化に関心を示して頂き、新技術を積極的に導入するよう指導して頂いた世古口言彦前校長に感謝の意を表します。

### [参考文献]

- (1) 松山貴之 ; “XML 関連ツール”、日経オープンシステム p.132 141、2000 8
- (2) 井下田久幸 ; “XML 最前線”、日経バイト p.151、2000 .10
- (3) 丸山 則夫 ; “新人SEのためのXML入門”、p.192 199、2000 .7、p.160 175、2000 8
- (4) 中道 理 ; “究極のデータ表現 XML 第3部モバイル端末への波及”、日経バイト p.124、1999 .1
- (5) 北郷、中道 ; “XML が情報システムを変える”、日経バイト p.82 100、2000 5
- (6) 丸山則夫 ; “実践！XML 開発”、日経オープンシステム p.178 187、2000 9、p.190 201、2000 .10
- (7) XML/SGML サロン ; “標準 XML 完全解説”、技術評論社、1998 5 .15
- (8) 高羽 実 ; “XML & JavaScript システム開発”、秀和システム、2001 .7 2